

Procédé et dispositif pour détecter des défauts de protection
électromagnétique de harnais électriques.

La présente invention concerne un procédé et un dispositif
5 pour détecter des défauts de protection électromagnétique de
conducteurs électriques, notamment ceux appelés harnais, à savoir
des faisceaux de conducteurs électriques qui sont durcis, c'est-à-
dire blindés contre les perturbations électromagnétiques, et qui
sont destinés à relier électriquement entre eux les différents
10 appareils d'une installation électrique complexe, dont le bon
fonctionnement doit être assuré, même en cas de perturbations
électromagnétiques. Bien entendu, chaque conducteur électrique,
constitué d'au moins un fil électriquement conducteur, contenu
dans un tube formant un isolant électrique, peut comporter, en
15 plus, un blindage individuel lui conférant un niveau de protection
complémentaire contre les perturbations électromagnétiques. De
tels harnais sont, par exemple, utilisés à bord des aéronefs, des
navires, des chars d'assaut, etc....

On sait que ces harnais sont constitués d'un faisceau de
20 conducteurs, toronnés ou non, répartis en plusieurs sous faisceaux
ou branches, à partir de nœuds d'embranchement disposés le long
dudit faisceau et de connecteurs disposés aux extrémités libres
desdites branches.

Pour pouvoir être blindés contre les perturbations
25 électromagnétiques désignées aussi par IEM (ou Impulsions
ElectroMagnétiques), lesdits harnais sont revêtus d'éléments de
gaine de blindage métallique, obtenus généralement par tressage
de fils métalliques, recouvrant intégralement lesdits conducteurs et
assurant un transfert de masse ou continuité électrique entre les
30 connecteurs situés aux extrémités de ces harnais.

Cependant, une telle gaine de blindage présente l'inconvénient, par exemple sous l'effet des vibrations auxquelles sont soumis lesdits harnais, d'exercer une action abrasive sur les objets à son contact. Ainsi, elle peut user l'isolant électrique recouvrant les conducteurs qu'elle entoure ou bien la gaine de blindage d'un autre harnais (vice-versa). De même, elle peut subir une action abrasive au contact d'autres éléments situés dans son environnement. Il est évident qu'une telle action abrasive peut entraîner des dysfonctionnements indésirables des installations comportant lesdits harnais.

Pour assurer la protection mécanique des harnais durcis contre les frottements avec les éléments environnants, il est connu comme décrit dans les brevets FR 2728113 et US 6255584, de recouvrir le blindage d'une tresse textile pour éviter les frottements externes et de renforcer cette protection mécanique en interposant un tressage textile entre les conducteurs électriques et le blindage.

Toutefois, il s'avère que les harnais peuvent encore subir des abrasions et des agressions telles que des contraintes, écrasements, élongations, chocs, vibrations, et notamment lors des opérations de manipulations (pose et dépose des différents appareils ou équipements d'une installation électrique complexe).

Il convient alors de pouvoir vérifier aussi aisément que possible l'intégrité et la qualité de la protection électromagnétique des harnais durant la phase d'exploitation de l'installation électrique complexe.

La présente invention concerne une solution de contrôle de la protection électromagnétique des harnais, qui a notamment pour objet d'éviter le démontage des connecteurs ou la dépose des harnais ainsi que le recours à des installations de contrôle complexes et coûteuses.

Il existe différentes solutions connues pour réaliser une vérification de la protection électromagnétique des harnais.

On connaît notamment :

a) Les méthodes par mesures locales comprenant :

- 5 - la méthode dite des boucles de masse ramenées par la gaine de blindage. On utilise dans cette méthode une première pince d'injection de courant que l'on dispose sur la gaine de blindage près d'une première extrémité du harnais et une seconde pince dite de réception située sur
- 10 cette gaine près de l'autre extrémité de ce harnais. Cette première solution n'est guère satisfaisante car elle présente l'inconvénient de détecter un défaut dans une boucle de masse sans pouvoir le localiser sur le harnais. De plus, elle ne permet que la détection de ruptures
- 15 électriques, soit sur les fils de tresse de la gaine de blindage, soit entre les éléments des connecteurs. Par contre, elle ne révèle pas les ouvertures accidentelles dans les tresses de la gaine de blindage puisque la position géométrique relative des fils de tresse n'influe
- 20 pas sur leur résistance.
- la méthode dite de mesure par injection de courant alternatif à haute fréquence dans le harnais et récupération des fuites avec un capteur de champ magnétique ou de champ électrique. Pratiquement, la
- 25 mesure est effectuée sur un harnais déconnecté en injectant des signaux haute fréquence à l'une des extrémités du harnais entre l'un des conducteurs internes et la gaine de blindage après avoir disposé une résistance électrique entre ces deux éléments à l'autre extrémité du
- 30 harnais. Un capteur de champ proche (électrique ou

5 magnétique) est alors déplacé le long du harnais pour
détecter un éventuel défaut. L'intérêt de l'injection de
courant de haute fréquence est de faire intervenir dans la
mesure l'impédance de transfert du harnais, avec ses
composantes de résistance, d'inductance et de capacité,
qui dépendent des caractéristiques géométriques du
blindage. Cette méthode permet ainsi de détecter une
ouverture accidentelle dans les mailles de la gaine de
blindage. Cependant, le premier inconvénient de cette
10 méthode est de nécessiter :

- soit le démontage des connecteurs pour pouvoir injecter
un courant ce qui impose ensuite de procéder à une
vérification du bon fonctionnement du système après
remontage (autotest),
- 15 - soit l'introduction, lors de la fabrication du harnais à
contrôler, d'un fil supplémentaire pour l'injection de
courant qui alourdit systématiquement le harnais et
nécessite l'utilisation de connecteurs spécifiques.

20 Le second inconvénient résulte du fait que le niveau du
signal à l'endroit de la mesure n'est pas connu : on ne
connaît avec certitude que le niveau du signal d'entrée. Le
critère de défaut n'est donc pas une valeur seuil du champ
mesuré localement mais une valeur d'écart entre les
champs mesurés en deux points voisins. De ce fait, on
25 observe des dérives des résultats dans le temps, ce qui
oblige à élargir les critères d'acceptation pour tenir
compte de ces incertitudes : en conséquence, certains
défauts ne sont pas détectés.

30 b) Les méthodes par mesures globales : le procédé de
vérification globale actuel consiste en l'illumination

complète d'un système ou d'un véhicule par des champs électromagnétiques (comme décrit dans les brevets FR 2749940 et US 5990689), dans un bâtiment dédié à cette application et au moyen d'une installation complexe, peu compatible avec les exigences industrielles en termes de coûts et de souplesse. Ce type de méthode permet seulement de révéler l'existence de défauts dans le système global. La localisation et la nature des défauts ne peuvent ensuite être précisées qu'en faisant appel aux méthodes précédemment décrites.

Ainsi, bien qu'il soit généralement possible de déterminer plus ou moins facilement l'existence d'un défaut tel qu'une ouverture accidentelle dans une gaine de blindage d'un harnais, il est souvent difficile, voire impossible de le localiser dans une installation électrique complexe sans avoir à procéder au démontage partiel ou total de cette installation.

La présente invention a ainsi pour objet de remédier à ces inconvénients. Elle concerne un procédé et un dispositif localisant de façon précise, peu coûteuse et sans démontage des défauts de protection électromagnétique, notamment des ouvertures accidentelles de gaine de blindage de harnais, d'une installation électrique complexe, quelle que soit sa complexité et notamment dans un aéronef.

Selon l'invention, le procédé pour localiser un défaut de protection électromagnétique d'un harnais électrique comprenant au moins une gaine de blindage électromagnétique est remarquable en ce qu'il comprend:

- a) une étape d'amplification pour produire des signaux électriques de stimulation, dans une gamme de

fréquences opérationnelles, à un niveau de puissance prédéterminé,

5 b) une étape pour appliquer lesdits signaux électriques de stimulation dans ladite gaine de blindage afin de générer un champ électromagnétique dans une zone de détection,

 c) une étape d'analyse pour effectuer des mesures de températures dans ladite zone de détection.

10 Ainsi, grâce à l'invention, le procédé de détection d'un défaut de protection électromagnétique d'une gaine de blindage de harnais est basé sur « l'excitation du défaut » par un signal électrique de stimulation générant un champ électromagnétique dans le harnais. Le défaut correspondant à une ouverture
15 accidentelle de la gaine de blindage de la zone relative au défaut se comporte comme une antenne rayonnante. La transformation de l'énergie rayonnante émise par le champ électromagnétique au niveau du défaut en une énergie thermique permet de localiser ledit défaut par la détection d'une zone d'échauffement maximal, au niveau du défaut, sur une cartographie thermique.

20 On rappellera que l'étape a) du procédé nécessite la génération de signaux électriques de stimulation à haute fréquence, car le rayonnement, autour d'un défaut est d'autant plus intense que ladite fréquence est élevée.

25 Par ailleurs, on notera que cette étape a) nécessite avantageusement une amplification des signaux électriques de stimulation pour les amener à un niveau de puissance prédéterminé, afin d'obtenir un champ électromagnétique suffisamment élevé.

De façon avantageuse, ledit procédé n'est pas dépendant d'un type exclusif de harnais de sorte que sa mise en œuvre n'est pas limitée à des cas d'applications spécifiques et peut, avantageusement, concerner simultanément une pluralité de harnais contigus.

En particulier, la mise en œuvre du procédé à l'étape b), permet la conversion de l'énergie rayonnante émise par le champ électromagnétique au niveau d'un défaut en une énergie thermique soit à l'extérieur d'un harnais, soit au niveau des tresses textiles ou encore au niveau du blindage même.

Tout en permettant d'améliorer la précision de la localisation d'un défaut de protection électromagnétique des harnais par l'analyse relative à l'étape c), la présente invention est, de plus, particulièrement appropriée au contrôle de harnais car elle ne nécessite pas de démontage partiel ou total de leurs constituants, contribuant de la sorte à l'amélioration de la sécurité d'une installation électrique complexe.

Ainsi, l'invention permet de diminuer les temps de contrôle d'une installation électrique complexe et ainsi d'obtenir un procédé très efficace et présentant une mise en œuvre moins coûteuse que les solutions connues.

La présente invention concerne également un dispositif pour la mise en œuvre du procédé précité. Selon l'invention, ledit dispositif est remarquable en ce qu'il comporte :

- a) des moyens de génération de signaux électriques de stimulation dans une gamme de fréquences opérationnelles,

- b) des moyens d'amplification desdits signaux électriques de stimulation pour les amener à un niveau de puissance prédéterminé,
- 5 c) des moyens d'application desdits signaux électriques de stimulation à ladite gaine de blindage pour générer un champ électromagnétique,
- d) des moyens de conversion de l'énergie rayonnante émise par le champ électromagnétique au niveau du défaut en une énergie thermique,
- 10 e) des moyens pour établir une cartographie thermique comportant des éléments de détection de l'énergie thermique combinés à des unités d'acquisition, de stockage et de traitement d'images pour une analyse thermique et une localisation d'un défaut de protection
- 15 électromagnétique d'une gaine de blindage d'un harnais.

L'unique figure du dessin fera bien comprendre un exemple de réalisation de l'invention parmi d'autres. Sur cette unique figure, on a représenté un schéma synoptique d'un dispositif conforme à l'invention.

- 20 Le dispositif conforme à l'invention et représenté schématiquement sur la figure est destiné à localiser des défauts de protection électromagnétique de la gaine de blindage GB (disposée sur un fil électriquement conducteur C contenu dans un tube TB formant un isolant électrique) d'un harnais H dans une
- 25 installation électrique complexe non représentée, par exemple celle d'un aéronef, ou d'un hélicoptère. On a symbolisé un défaut de protection électromagnétique DF par une double flèche sur la figure précédemment citée.

A cet effet, ledit dispositif D comporte :

- un premier moyen M1 pour générer des signaux électriques de stimulation dans une gamme de fréquences opérationnelles,
- 5 - un second moyen M2 relié au premier moyen M1 par une liaison 1, pour amplifier lesdits signaux électriques de stimulation et les amener à un niveau de puissance prédéterminé,
- 10 - un troisième moyen M3 relié au second moyen M2 par une liaison 2, pour appliquer lesdits signaux électriques de stimulation dans ladite gaine de blindage GB de façon à générer un champ électromagnétique EM,
- un quatrième moyen M4, pour convertir l'énergie rayonnante émise par le champ électromagnétique EM au niveau d'un défaut DF en une énergie thermique ET,
- 15 - un cinquième moyen M5 pour détecter l'énergie thermique ET combiné à des unités d'acquisition, de stockage d'images UA, de traitement d'images UT et de restitution d'images UR pour effectuer une analyse thermique, établir une
- 20 cartographie thermique CT et localiser sur ladite cartographie thermique le défaut de protection électromagnétique DF de ladite gaine de blindage GB du harnais H.

25 Le premier moyen M1 constitue le premier élément de la chaîne dite d'excitation d'un éventuel défaut de protection électromagnétique de la gaine de blindage GB d'un harnais H. Ce premier moyen M1 est un générateur de signaux électriques de stimulation à haute fréquence.

A cet effet, la gamme de fréquences opérationnelles est comprise de façon avantageuse entre 100MHz et environ 20GHz et l'intensité de courant électrique est de l'ordre d'une

dizaine de milliampères pour une fréquence de l'ordre de 100 MHz. Toutefois, la gamme de fréquences procurant un bon compromis en termes de résultats et de coûts, est comprise entre 1 GHz et 5 GHz, en particulier entre 2 et 3 GHz ,
5 sachant que plus la fréquence d'utilisation est élevée, plus le matériel est coûteux.

Selon l'invention, par ailleurs, les signaux électriques sont préférentiellement de type sinusoïdal, ce type de signal électrique étant adapté au domaine des hautes fréquences.

10 Le second moyen M2 est le second élément de la chaîne d'excitation d'un éventuel défaut de protection électromagnétique de la gaine de blindage GB d'un harnais H. Il est constitué d'un amplificateur destiné à amplifier lesdits signaux électriques de stimulation pour les amener à un niveau de puissance
15 prédéterminé. Pratiquement, on amplifie de préférence l'intensité desdits signaux électriques de stimulation. En effet, les signaux électriques de stimulation produits par le générateur M1 étant de faible intensité, il est nécessaire, pour induire des courants électriques de l'ordre de 40 à 150 milliampère dans un blindage, de
20 produire un champ électromagnétique suffisamment élevé.

Le troisième moyen M3 permet l'application desdits signaux électriques de stimulation dans la gaine de blindage GB et complète ainsi la chaîne d'excitation de l'éventuel défaut. De façon avantageuse, ce troisième moyen M3 consiste en une pince à
25 induction, connue par ailleurs, constituée essentiellement d'un bobinage de façon à générer un champ électromagnétique EM quand le bobinage est parcouru par un courant électrique et, pour ce faire, la pince à induction prend simplement appui sur le harnais.

Selon l'invention, le dispositif comprend, en complément de ladite chaîne d'excitation d'un défaut éventuel de protection électromagnétique d'une gaine de blindage GB d'un harnais H, une chaîne dite de détection comportant un quatrième moyen M4.

5 Ce quatrième moyen M4 est un détecteur spécifique qui convertit l'énergie rayonnante émise par le champ électromagnétique EM, généré au niveau de la gaine de blindage GB, en une énergie thermique ET, notamment par absorption de pertes thermiques par effet Joule. On désignera par la suite par
10 photothermique le matériau ou composant principal d'un tel moyen M4.

Bien entendu, l'énergie thermique ET devient maximale simultanément avec l'énergie électromagnétique EM, c'est-à-dire précisément au niveau de l'absence de protection
15 électromagnétique de la gaine de blindage GB puisqu'une ouverture accidentelle dans ladite gaine de blindage se comporte comme une antenne rayonnante du champ électromagnétique EM.

A cet effet, ledit quatrième moyen M4 est de façon avantageuse un film photothermique de 50 à 100 μm d'épaisseur,
20 sensible à un champ électromagnétique. Il est constitué d'une couche résistive déposée sous vide sur un substrat isolant, par exemple en matière plastique. En déplaçant ce film au dessus du harnais H, le champ électromagnétique ET rayonné chauffe notamment par effet Joule la couche résistive et permet de révéler
25 un point chaud au niveau du défaut de protection électromagnétique de ladite gaine de blindage GB.

Dans un mode de réalisation simplifié, on utilise un film souple photothermique Kapton[®]XC Black Conductive produit par la société Dupont de Nemours[®], constitué d'un substrat appelé

Kapton et recouvert d'une couche résistive connue sous la désignation anglaise «carbon absorbing».

On notera que dans un mode de réalisation particulièrement avantageux, la couche conductrice en «carbon absorbing» est
5 déposée directement sur toute la surface externe du harnais H à l'aide d'un spray, par exemple. De la sorte, le harnais remplit le rôle de substrat. Comme précisé précédemment, la surface externe d'un harnais est en général constituée d'une gaine textile tressée TT à partir, par exemple, de fibres connues sous l'appellation
10 Nomex®. La régularité de l'épaisseur du dépôt étant préférable pour un bon fonctionnement du dispositif, on traite avantageusement les fibres individuellement avant tressage.

Dans un mode de réalisation complémentaire, on applique le «carbon absorbing» sur les fils métalliques du tressage de la gaine
15 de blindage GB du harnais H, l'expérience démontrant que la présence de la gaine textile externe TT n'affecte pas la sensibilité du dispositif.

Puisque le dépôt de particules de carbone («carbon absorbing») constitue un matériau électriquement conducteur, une
20 variante particulière met en œuvre une seule gaine textile TT de protection électromagnétique, recouverte de «carbon absorbing», à l'extérieur du faisceau électrique, ce qui permet la suppression de la tresse métallique et procure un gain de masse substantiel, par exemple de plusieurs dizaines de pourcents de la masse totale
25 d'un harnais.

En outre, il est également envisageable de mettre en œuvre le «carbon absorbing» à l'intérieur des fibres de la tresse textile TT qui à cet effet, sont creuses, de façon à protéger le dépôt de «carbon absorbing».

Bien entendu, le «carbon absorbing » peut être remplacé par tout autre matériau ou composant photothermique équivalent tel que défini précédemment.

5 Selon l'invention, lors du déplacement sans contact du quatrième moyen M4 le long du harnais, on enregistre les variations de température détectées par ledit quatrième moyen M4, par un cinquième moyen M5 thermosensible complétant la chaîne de détection, laquelle caméra pouvant être déplacée le long du harnais H.

10 Dans le cas où le matériau photothermique est déposé directement au niveau de l'un des éléments du harnais (sur la surface ou à l'intérieur de la tresse textile TT, ou sur les fils métalliques de la gaine de blindage GB) on déplace bien entendu uniquement la caméra.

15 Ce cinquième moyen M5 est, selon l'invention, de préférence une caméra thermique infrarouge combinée à des unités d'acquisition et de stockage d'images UA, de traitement d'images UT et de restitution d'images UR sur un écran de visualisation ou par impression sur un support approprié.

20 Ainsi, le champ défini par l'objectif de cette caméra sur le quatrième moyen M4 constitue une zone de détection.

Bien entendu, le dispositif D permet le contrôle simultané d'une pluralité de harnais contigus en raison d'une part du cinquième moyen M5 externe à l'installation électrique complexe et
25 d'autre part, soit de l'absence de contact entre le quatrième moyen M4 et un ou plusieurs harnais contigus, soit de l'intégration directe du «carbon absorbing» ou d'un matériau ou composant équivalent à un ou plusieurs harnais contigus.

Ainsi, le traitement des informations transmises par la caméra infrarouge permet d'établir une cartographie infrarouge de la surface analysée.

Pour permettre à un opérateur d'exploiter cette cartographie,
5 la gamme des températures est convertie en une palette de couleurs, de façon très classique, de sorte que les zones comprises entre des limites de températures prédéterminées sont visualisées par une même couleur.

Bien entendu, un blindage sain produit une image de couleur
10 sensiblement uniforme. Par contre, la présence d'un défaut de protection électromagnétique sur la gaine de blindage se traduit par l'apparition d'un dégradé de couleurs de sorte que le critère de refus du harnais contrôlé (présence d'au moins un défaut) correspond à un écart de température prédéterminé, relatif à une
15 certaine gamme de couleurs, dépendant de la sensibilité du dispositif global et du niveau de qualité recherché.

Toutefois, une correction est nécessaire pour éliminer les effets de l'environnement sur la cartographie thermique. En effet, le harnais étant analysé dans son environnement de
20 fonctionnement, la présence des équipements, supports d'équipement, et autres harnais peut perturber l'image thermique obtenue. Ainsi, un harnais sain ne produit pas dans certains environnements une image rigoureusement uniforme, ce qui pourrait alors faire croire à la présence de défauts.

25 En outre, la mise en œuvre d'une caméra infrarouge nécessite une calibration préalable des couleurs de façon à ce que ladite caméra fonctionne dans la plage de couleurs correspondant à sa plus grande sensibilité. Pour cela, on prend une première image en champ large de la zone globale à analyser et on règle la
30 caméra pour que la couleur de ce fond soit la couleur de meilleure

sensibilité de la caméra. Ensuite, on observe en champ étroit les zones précises du câblage à analyser.

Des moyens informatiques connus de traitement d'images permettent d'améliorer encore la qualité des images obtenues en
5 les débarrassant d'un certain nombre de perturbations éventuelles.

Par conséquent, on notera que la présente invention apporte, par ailleurs, des fonctionnalités supplémentaires, indispensables pour répondre aux exigences industrielles et économiques, notamment :

- 10 - l'utilisation d'une caméra permet de mémoriser les informations. On peut ainsi constituer une base de données pour l'ensemble des câblages d'un véhicule pour comparer objectivement l'état d'un câblage à un moment donné à un état de référence initial, notamment un câblage neuf.
- 15 - un logiciel de traitement des images est associé à la caméra. Il est possible, en particulier, de calibrer l'échelle de conversion d'une gamme de températures en une palette de couleurs pour que toutes les images possèdent la même couleur de fond quelque soit l'environnement thermique des câblages. La comparaison est alors objective. On peut aussi
20 choisir la sensibilité de la représentation graphique : une même gamme de couleurs peut correspondre à des écarts de température plus ou moins grands suivant le réglage choisi. Ainsi, tous types de traitements sont possibles dans la
25 mesure où les images numériques issues de la caméra sont exploitées par un ordinateur.

Par conséquent, le procédé et le dispositif conformes à l'invention présentent de plus les avantages suivants :

- la fiabilité : le traitement logiciel assure une meilleure reproductibilité et objectivité qu'un opérateur,
- la traçabilité: base de données à disposition,
- l'adaptabilité : traitement d'images suivant besoin

5 De plus, tout en réduisant les coûts d'exploitation et d'intervention pour la vérification de la protection électromagnétique de gaine de blindage de harnais électriques, on notera que la mise en œuvre de l'invention est particulièrement avantageuse car elle évite notamment dans le domaine
10 aéronautique, des immobilisations longues et coûteuses des véhicules (avions, hélicoptères,....) et assure une sécurité accrue.

Comme indiqué précédemment, l'exemple de mode de réalisation précisé ci-dessus n'est pas limitatif et a uniquement pour intérêt d'illustrer les larges applications et mises en œuvre
15 possibles du dispositif et du procédé conformes à l'invention.

En raison de ces caractéristiques, ledit dispositif et ledit procédé selon l'invention peuvent s'appliquer à des harnais H conformes notamment aux variantes suivantes :

- 20 - un premier type de harnais H comprenant, au sein d'un tube électriquement isolant TB, au moins un conducteur électrique C, ce tube étant pourvu d'un revêtement de protection comportant un écran en matériau photothermique,
- 25 - un second type de harnais H comprenant, au sein d'un tube électriquement isolant TB, au moins un conducteur électrique C, ce tube étant pourvu d'un revêtement de protection comportant une tresse textile TT sur laquelle est déposé ledit écran en matériau photothermique,

- un troisième type de harnais H tel que les fibres de la tresse textile TT sont creuses pour contenir à l'intérieur ledit matériau photothermique,
- 5 - Un quatrième type de harnais H tel que ledit revêtement de protection comporte une gaine de blindage GB constituée d'une tresse métallique sur laquelle est appliqué ledit écran en matériau photothermique.

10 Par ailleurs, chacun des harnais des types précédents peut comprendre plusieurs tubes électriquement isolants (chacun autour d'au moins un conducteur électrique C), ces tubes étant enrobés dans un seul revêtement de protection comportant un écran en matériau photothermique.

De même, le revêtement de protection en matériau photothermique peut enrober plusieurs harnais contigus

15 De préférence, le matériau électriquement conducteur et/ou photothermique est essentiellement constitué de carbone («carbon absorbing»).

REVENDICATIONS

1. Procédé pour localiser un défaut de protection électromagnétique (DF) d'un harnais électrique (H) comprenant au moins une gaine de blindage électromagnétique (GB),

5 caractérisé en ce qu'il comprend:

a) une étape d'amplification pour produire des signaux électriques de stimulation dans une gamme de fréquences opérationnelles, à un niveau de puissance prédéterminé,

10 b) une étape pour appliquer lesdits signaux électriques de stimulation dans ladite gaine de blindage afin de générer un champ électromagnétique dans une zone de détection,

c) une étape d'analyse pour effectuer des mesures de températures dans ladite zone de détection.

2. Procédé selon la revendication 1,

15 caractérisé en ce que ladite étape d'analyse consiste à réaliser une cartographie thermique (CT) dudit harnais (H).

3. Procédé selon l'une des revendications 1 et 2,

caractérisé en ce que la fréquence desdits signaux électriques de stimulation est comprise entre 1 GHz et 5 GHz.

20 4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes,

caractérisé en ce que lesdits signaux électriques de stimulation sont de type sinusoïdal.

25 5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes,

caractérisé en ce que ladite zone de détection est à proximité de ladite gaine de blindage (GB).

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 2 à 5, caractérisé en ce que la gamme des températures de ladite cartographie thermique est convertie en une palette de couleurs.

7. Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'une gamme de couleurs prédéterminées définit un critère de refus selon lequel un harnais (H) est affecté d'au moins un défaut de protection électromagnétique.

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes,

caractérisé en ce qu'il est mis en œuvre sur un harnais (H) dont la gaine de blindage (GB) est constituée exclusivement par une tresse textile (TT) sur laquelle est déposée au préalable une couche d'un matériau électriquement conducteur et/ou photothermique.

9. Procédé selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'il est mis en œuvre sur un harnais (H) dont la gaine de blindage (GB) est constituée exclusivement par une tresse textile (TT) avec des fibres creuses contenant un matériau électriquement conducteur et/ou photothermique.

10. Procédé selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'il est mis en œuvre sur un harnais (H) dont la gaine de blindage (GB) est constituée par le tressage de fils métalliques sur lesquels on applique un matériau électriquement conducteur et/ou photothermique.

11. Procédé selon l'une des revendications 8 à 10,

caractérisé en ce que le matériau électriquement conducteur et/ou photothermique contient du carbone ou « carbon absorbing ».

12. Procédé selon l'une des revendications 1 à 11,

5 caractérisé en ce qu'il est mis en œuvre sur une pluralité de harnais contigus.

13. Dispositif pour la mise en œuvre du procédé spécifié sous l'une quelconque des revendications 1 à 12,

caractérisé en ce qu'il comporte :

- 10 - un premier moyen M1 pour générer des signaux électriques de stimulation dans une gamme de fréquences opérationnelles, à un niveau de puissance prédéterminé,
- un second moyen M2 relié au premier moyen M1 par une liaison 1, pour amener lesdits signaux électriques de
15 stimulation à un niveau de puissance prédéterminé,
- un troisième moyen M3 relié au second moyen M2 par une liaison 2, pour appliquer lesdits signaux électriques de stimulation dans la gaine de blindage (GB) de façon à générer un champ électromagnétique (EM),
- 20 - un quatrième moyen M4, pour convertir l'énergie rayonnante émise par le champ électromagnétique (EM) au niveau du défaut en une énergie thermique (ET).
- un cinquième moyen M5 pour détecter l'énergie thermique (ET) combiné à des unités d'acquisition, de stockage
25 d'images UA, de traitement d'images UT et de restitution d'images UR pour effectuer une analyse thermique, établir

une cartographie thermique (CT) et localiser sur ladite cartographie thermique le défaut de protection électromagnétique (DF) de ladite gaine de blindage (GB) du harnais (H).

5 14. Dispositif selon la revendication 13,

caractérisé en ce que le quatrième moyen (M4) comprend un composant photothermique.

15. Dispositif selon la revendication 14,

10 caractérisé en ce que ledit composant photothermique contient du carbone ou « carbon absorbing ».

16. Dispositif selon la revendication 15,

caractérisé en ce que ledit composant photothermique, externe audit harnais (H), comporte un film souple sur lequel est déposé un matériau électriquement conducteur et/ou photothermique.

15 17. Dispositif selon la revendication 16,

caractérisé en ce que le matériau électriquement conducteur et/ou photothermique contient du carbon absorbing.

18. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 12 à 17,

20 caractérisé en ce que le cinquième moyen M5 est une caméra infrarouge.

19. Dispositif selon l'une des revendications 12 à 18,

25 caractérisé en ce qu'une cartographie thermique est établie pour localiser le défaut (DF) de protection électromagnétique de ladite gaine de blindage électromagnétique (GB).

20. Dispositif selon la revendication 19,

caractérisé en ce qu'il comporte des moyens pour établir une cartographie thermique (CT) sous la forme d'une présentation de dégradé de couleurs, chacune d'elles représentant un écart de
5 température prédéterminé.

21. Dispositif selon la revendication 20,

caractérisé en ce qu'un critère de refus dudit harnais (H) correspond à une gamme de couleurs prédéterminée.

22. Harnais (H) comportant au sein d'un tube électriquement
10 isolant (TB), au moins un conducteur électrique (C), ledit tube étant pourvu d'un revêtement de protection,

caractérisé en ce que ledit revêtement de protection comporte un écran de matériau électriquement conducteur et/ou photothermique.

15 23. Harnais (H) selon la revendication 22,

caractérisé en ce que ledit revêtement de protection comporte une tresse textile (TT) sur laquelle est déposée ledit écran.

24. Harnais (H) selon la revendication 22,

caractérisé en ce que ledit revêtement de protection comporte une
20 tresse textile (TT), les fibres de cette tresse textile étant creuses et contenant ledit matériau électriquement conducteur et/ou photothermique.

25. Harnais (H) selon la revendication 22,

caractérisé en ce que ledit revêtement de protection comporte une
25 gaine de blindage (GB) constituée d'une tresse métallique sur

laquelle est appliquée ledit écran en matériau électriquement conducteur et/ou photothermique.

26. Harnais (H) selon l'une quelconque des revendications 22 à 25,

- 5 caractérisé en ce que ledit matériau photothermique est du carbon absorbing.

1/1

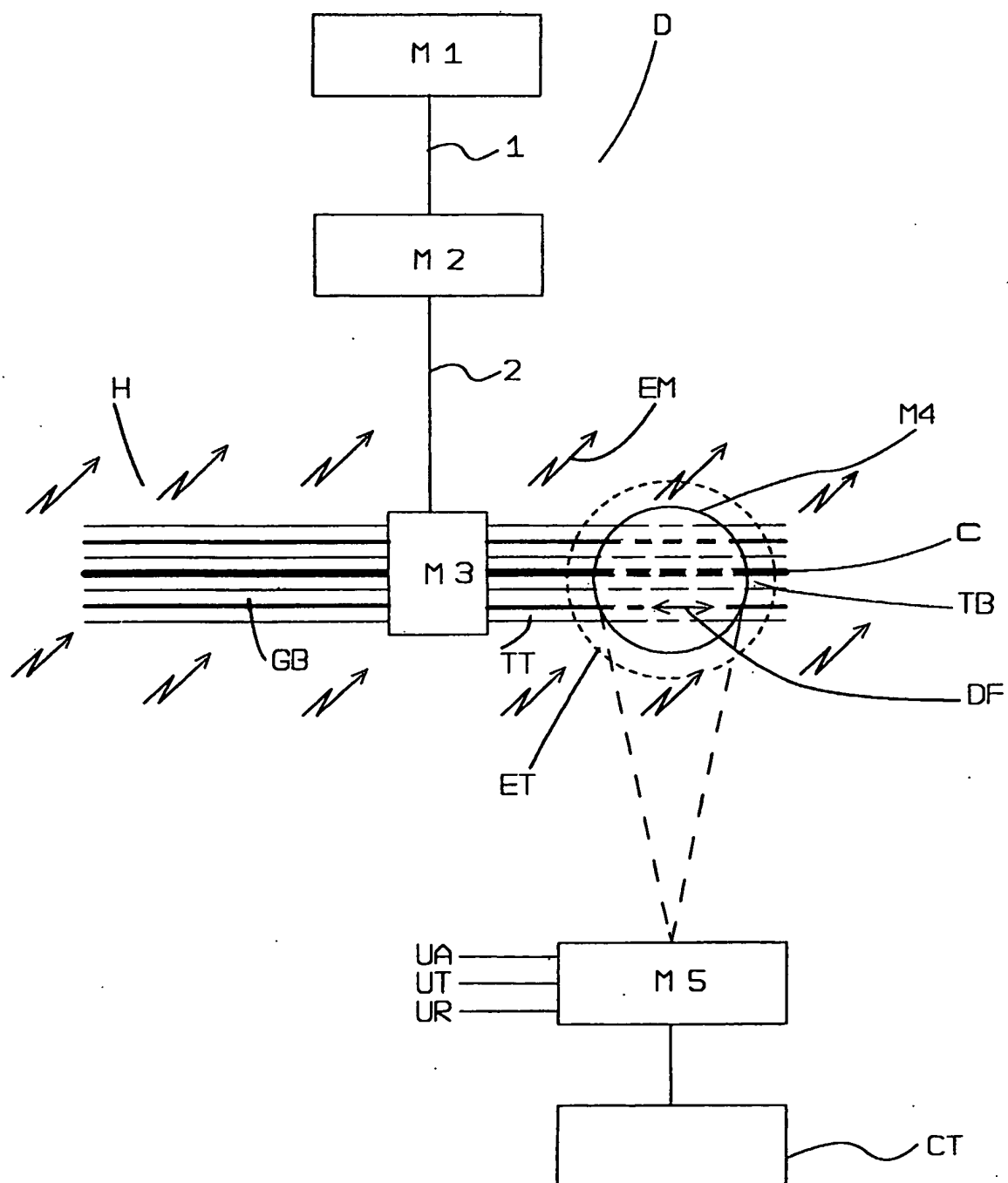


FIGURE UNIQUE

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/FR2004/002262

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G01R31/08

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 G01R

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data, COMPENDEX, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|---|-----------------------|
| X | WO 99/61927 A (BLOCK ROLF ;SIEMENS AG (DE)) 2 December 1999 (1999-12-02) | 22,23,25 |
| Y | page 1, line 1 - line 5; figure 1 | 24 |
| A | page 5, line 6 - page 6, line 14 | 1-21,26 |
| A | GB 2 377 760 A (WESTERN POWER DISTRIB) 22 January 2003 (2003-01-22) claim 4 abstract | 18 |
| A | DE 36 28 400 A (HORSTMANN GMBH DIPL ING H) 20 August 1987 (1987-08-20) claims 1,2 | 1 |
| A | EP 0 831 324 A (ALSTHOM CGE ALCATEL) 25 March 1998 (1998-03-25) column 1, line 1 - column 2, line 52 | 1,3,5 |
| | ----- -/-- | |

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex

* Special categories of cited documents

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

15 February 2005

Date of making of the international search report

02/03/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P B 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel (+31-70) 340-2040, Tx 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Koll, H

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/FR2004/002262

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No |
|------------|---|----------------------|
| Y | PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 015, no. 206 (C-0835), 27 May 1991 (1991-05-27) -& JP 03 059129 A (NAKATSU SHIKO KK), 14 March 1991 (1991-03-14) abstract; figures 1,2 ----- | 24 |
| A | EP 0 734 518 A (PHOTOTHERM DR. PETRY GMBH) 2 October 1996 (1996-10-02) column 1, line 1 - line 36 ----- | 14,22 |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR2004/002262

| Patent document cited in search report | | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|---|---|---------------------|---|--|
| WO 9961927 | A | 02-12-1999 | DE 19824157 C1 BR 9910780 A CA 2333520 A1 WO 9961927 A1 EP 1082617 A1 | 02-03-2000 13-02-2001 02-12-1999 02-12-1999 14-03-2001 |
| GB 2377760 | A | 22-01-2003 | IE 20020361 A1 | 27-11-2002 |
| DE 3628400 | A | 20-08-1987 | DE 8604163 U1 DE 3628400 A1 | 17-04-1986 20-08-1987 |
| EP 0831324 | A | 25-03-1998 | NO 963912 A EP 0831324 A2 JP 10253694 A | 19-03-1998 25-03-1998 25-09-1998 |
| JP 03059129 | A | 14-03-1991 | NONE | |
| EP 0734518 | A | 02-10-1996 | DE 4343076 A1 DE 59406853 D1 EP 0734518 A1 JP 3268599 B2 JP 9506700 T KR 169066 B1 US 5803606 A AT 170626 T WO 9516907 A1 | 22-06-1995 08-10-1998 02-10-1996 25-03-2002 30-06-1997 30-03-1999 08-09-1998 15-09-1998 22-06-1995 |

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No
PCT/FR2004/002262

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 7 G01R31/08

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
CIB 7 G01R

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)
EPO-Internal, PAJ, WPI Data, COMPENDEX, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

| Catégorie * | Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents | no des revendications visées |
|-------------|---|------------------------------|
| X | WO 99/61927 A (BLOCK ROLF ;SIEMENS AG (DE)) 2 décembre 1999 (1999-12-02) | 22,23,25 |
| Y | page 1, ligne 1 - ligne 5; figure 1 | 24 |
| A | page 5, ligne 6 - page 6, ligne 14 | 1-21,26 |
| A | GB 2 377 760 A (WESTERN POWER DISTRIB) 22 janvier 2003 (2003-01-22) revendication 4 abrégé | 18 |
| A | DE 36 28 400 A (HORSTMANN GMBH DIPL ING H) 20 août 1987 (1987-08-20) revendications 1,2 | 1 |
| A | EP 0 831 324 A (ALSTHOM CGE ALCATEL) 25 mars 1998 (1998-03-25) colonne 1, ligne 1 - colonne 2, ligne 52 | 1,3,5 |
| | ----- -/- | |

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités

A document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

E document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

L document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

O document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

P document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

T document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

X document particulièrement pertinent, l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

Y document particulièrement pertinent, l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

Z document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

15 février 2005

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

02/03/2005

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale
Office Européen des Brevets, P B 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel (+31-70) 340-2040, Tx 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Koll, H

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No
PCT/FR2004/002262

| C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS | | |
|---|--|------------------------------|
| Catégorie | Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents | no des revendications visées |
| Y | PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 015, no. 206 (C-0835), 27 mai 1991 (1991-05-27) -& JP 03 059129 A (NAKATSU SHIKO KK), 14 mars 1991 (1991-03-14) abrégé; figures 1,2 ----- | 24 |
| A | EP 0 734 518 A (PHOTOTHERM DR. PETRY GMBH) 2 octobre 1996 (1996-10-02) colonne 1, ligne 1 - ligne 36 ----- | 14,22 |

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relat

nombres de familles de brevets

Demande internationale No

PCT/FR2004/002262

| Document brevet cité au rapport de recherche | | Date de publication | Membre(s) de la famille de brevet(s) | Date de publication |
|---|---|------------------------|---|--|
| WO 9961927 | A | 02-12-1999 | DE 19824157 C1 BR 9910780 A CA 2333520 A1 WO 9961927 A1 EP 1082617 A1 | 02-03-2000 13-02-2001 02-12-1999 02-12-1999 14-03-2001 |
| GB 2377760 | A | 22-01-2003 | IE 20020361 A1 | 27-11-2002 |
| DE 3628400 | A | 20-08-1987 | DE 8604163 U1 DE 3628400 A1 | 17-04-1986 20-08-1987 |
| EP 0831324 | A | 25-03-1998 | NO 963912 A EP 0831324 A2 JP 10253694 A | 19-03-1998 25-03-1998 25-09-1998 |
| JP 03059129 | A | 14-03-1991 | AUCUN | |
| EP 0734518 | A | 02-10-1996 | DE 4343076 A1 DE 59406853 D1 EP 0734518 A1 JP 3268599 B2 JP 9506700 T KR 169066 B1 US 5803606 A AT 170626 T WO 9516907 A1 | 22-06-1995 08-10-1998 02-10-1996 25-03-2002 30-06-1997 30-03-1999 08-09-1998 15-09-1998 22-06-1995 |